

Д-р техн. наук, проф. **О.Я.КОКОРИН**
 МГСУ
В.В.КОМИССАРОВ
Я.Г.КРОНФЕЛЬД
С.Р.БАЗУМАТОВ
 АО «ВЕНТА»

Системы кондиционирования воздуха, отопления и вентиляции с энерго-снабжением от собственного источника

A system working on natural gas and used energy, heat and refrigeration supply of buildings is described. The heat as obtained in electric generator as a by-product is used for driving the absorption refrigerating machine. Internal heat flows are to good advantage are used in the system of heating, ventilation and air conditioning. A system of climate maintenance in the trade house "Tri Kita" developed by Vente is considered as an example.

При отсутствии возможности подключения крупных объектов общественного и промышленного назначения к централизованным источникам электро- и теплоснабжения предлагается использовать сетевой природный газ. В этом случае наиболее рациональным вариантом обеспечения объекта электроэнергией, теплом и холодом является создание автономных источников энергоснабжения, работающих на газовом топливе.

В одной части отдельно стоящего здания в целях надежности монтируется не менее трех электротеплогенераторов на газовом топливе. В другой части устанавливается не менее двух абсорбционных холодильных машин.

Характерным примером автономного энергоснабжения систем кондиционирования воздуха (СКВ) служит торговый комплекс по продаже мебели фирмы «Три Кита», построенный на 19-м км Минского шоссе (Московская обл.). Проектирование, монтаж и наладку СКВ, а также изготовление нестандартного оборудования систем осуществила фирма «Вента».

В помещениях торгового дома поддерживаются следующие температурно-влажностные условия:

в теплый период года $t_b = 23...25$ °C при $\phi_b = 40...60$ %;

в холодный и переходный периоды года $t_b = 20...22$ °C при $\phi_b = 30...50$ %.

Эти технологические требования определяют проектирование СКВ. Приведенные выше параметры воздуха в помещениях торговых залов и складов полностью отвечают условиям как хранения мебели, так и теплового комфорта людей [1].

На рис. 1 представлено построение на I, d -диаграмме расчетного режима работы систем СКВ торговых залов в теплый период года. Торговые помещения площадью 2000 м² обслуживаются кондиционером производительностью по приточному воздуху 30 000 м³/ч. В нем обрабатывается смесь из 70 % внутреннего и 30 % наружного воздуха (точка $СМ$), охлаждаемого и осушаемого в воздухоохладителе, к которому поступает холодная вода от абсорбционных холодильных машин с $t_{вх} = 7$ °C. В воздухоохладителе кондиционера смесь охлаждается и осушается до параметров $t_{ох} = 14,8$ °C; $I_{ох} = 39,6$ кДж/кг, где I – энтальпия смеси.

Тепловая нагрузка на один кондиционер составляет

$$Q_{ох} = L_n \rho_n (I_{см} - I_{ох}) / 3,6 = 30000 \cdot 1,18 (654 - 39,6) / 3,6 = 141600 \text{ Вт.}$$

В приточном вентиляторе и воздуховодах приточный воздух нагревается до $t_n = 16$ °C.

Поглотительная способность приточного воздуха по восприятию явных теплоизбытков в торговом зале составляет

$$Q_{т.изб.ас} = L_n \rho_n c_p (t_b - t_n) / 3,6 = 30000 \cdot 1,18 \cdot 1 \times (25 - 16) / 3,6 = 88500 \text{ Вт.}$$

Заштрихованный сектор на I, d -диаграмме (см. рис.1) характеризует возможные режимы приготовления приточного воздуха и изменения внутренних параметров воздуха в рабочей зоне торгового зала в теплый период года.

В расчетных условиях холодного периода года в центральном кондиционере готовится смесь из 70 % внутреннего рециркуляционного воздуха (точка B на рис. 2) и 30 % наружного воздуха (точка H). Смесь воздуха (точка $СМ$) имеет

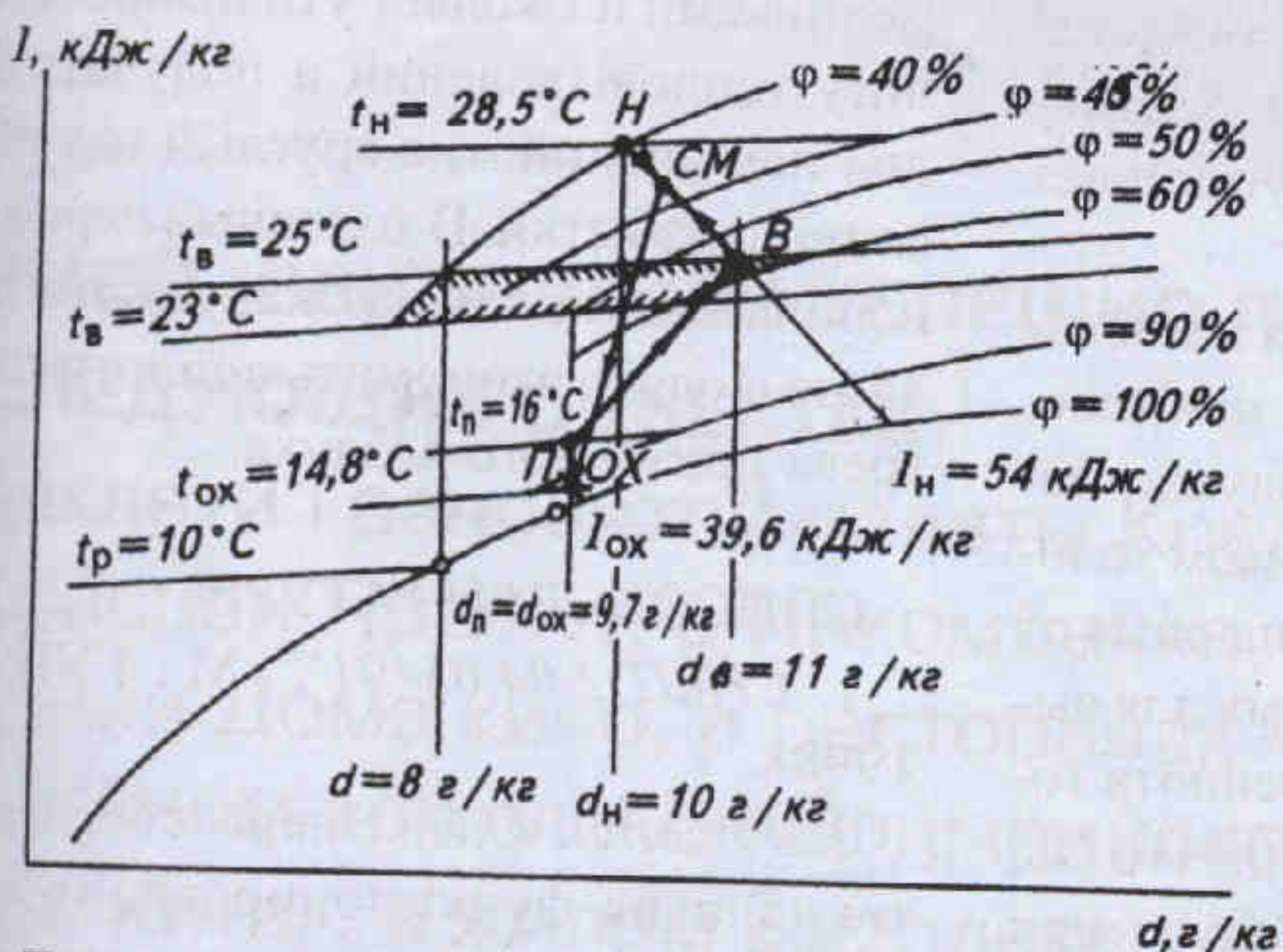


Рис. 1. Построение на I, d -диаграмме расчетного режима работы СКВ торговых залов для теплого периода года:
 H-СМ-В – смешение наружного и рециркуляционного воздуха в смесительном блоке кондиционера; СМ-ОХ – охлаждение и осушение приточного воздуха в воздухоохладителе кондиционера;
 ОХ-П – нагрев приточного воздуха в вентиляторе и приточных воздуховодах; П-В – восприятие приточным воздухом тепло- и влагоизбытков в торговом зале

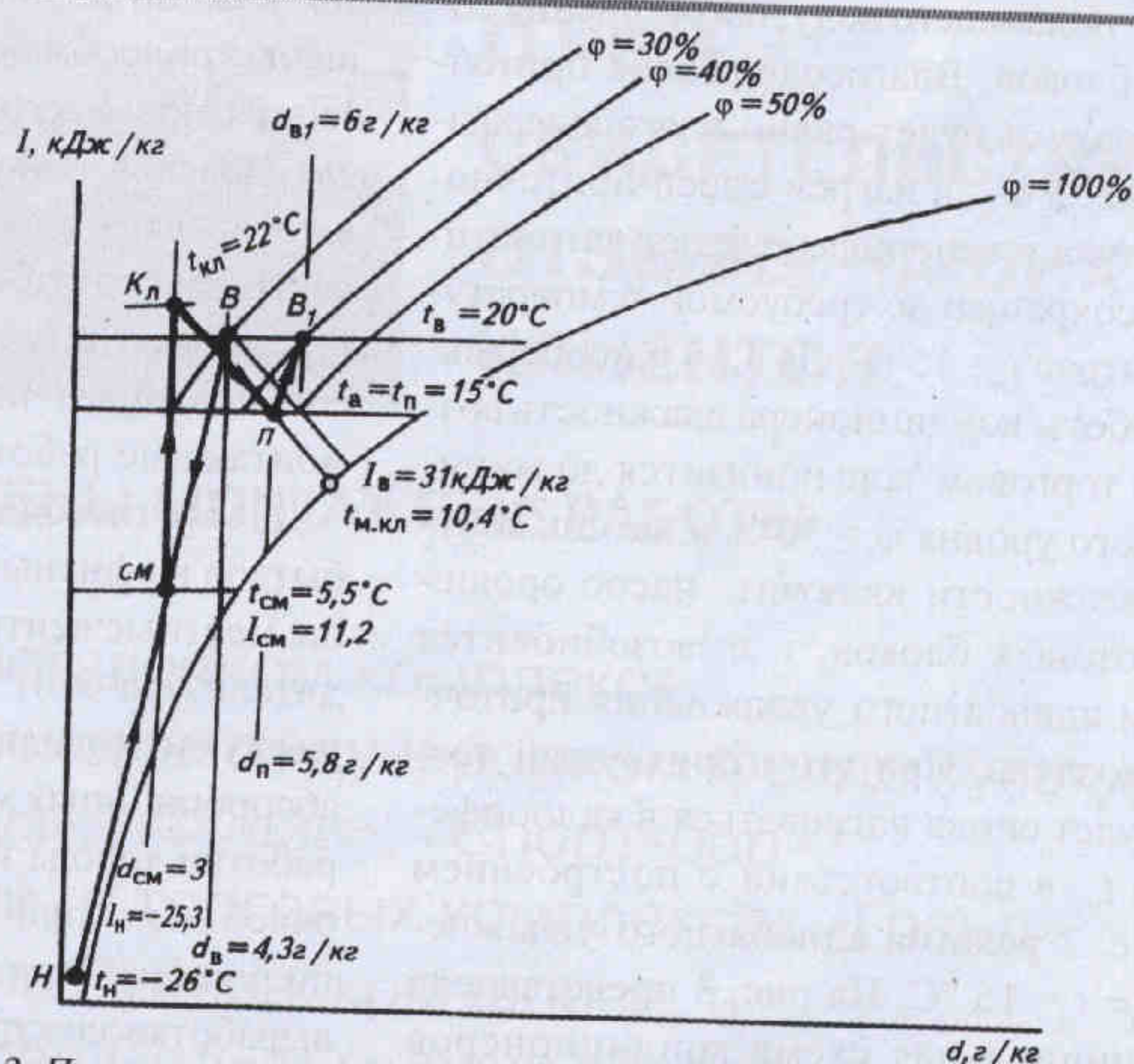


Рис. 2. Построение на I, d - диаграмме расчетного режима работы СКВ торговых залов в холодный период года:
 H-СМ-В – смешение в блоке смешения наружного и рециркуляционного воздуха; СМ-К_н – нагрев приточного воздуха в калорифере; К_н-П – адиабатное увлажнение приточного воздуха в сотовом орошаемом блоке кондиционера; П-В₁ – процесс поглощения в торговом зале тепло- и влаговыделений

параметры: $t_{см} = 5,5 \text{ }^\circ\text{C}$; $I_{см} = 11,2 \text{ кДж/кг}$; $d_{см} = 3 \text{ г/кг}$. После очистки в фильтрах смесь приточного воздуха нагревается в калорифере (точка K_n) до температуры по сухому термометру $t_{кл} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ и по мокрому термометру $t_{м.кл} = 10,4 \text{ }^\circ\text{C}$. Подогретый воздух адиабатно увлажняется в сотовом орошаемом блоке, эффективность которого $E_a = 0,6$. Из преобразованного выражения для показателя E_a можно вычислить температуру адиабатно увлажненного приточного воздуха:

$$t_a = t_{кл} - E_a(t_{кл} - t_{м.кл}) = 22 - 0,6(22 - 10,4) = 15 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Градиент температур $\Delta t_{ac} = 20 - 15 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ позволяет ассимилировать теплоизбытки. Для ассимиляции влаговыделений от людей влагосодержание приточного воздуха должно составлять $\Delta d_{ac} = 0,2 \text{ г/кг}$. Влагосодержание внутреннего воздуха: $d_{в1} = d_n + \Delta d_{ac} = 5,8 + 0,2 = 6 \text{ г/кг}$.

В пересечении линий $t_{в} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ и $d_{в1} = 6 \text{ г/кг}$ на I, d -диаграмме находим точку B_1 , характеризующую изменившиеся параметры воздуха в рабочей зоне торгового зала: $\phi_{в1} = 40 \%$; $I_{в1} = 35 \text{ кДж/кг}$.

Поступление для смешения в кондиционер рециркуляционного воздуха с параметрами точки B_1 при большей влажности и энтальпии приведет к получению приточного воздуха при той же температуре $t_n = 15 \text{ }^\circ\text{C}$, но с большей влажностью, что вызовет повышение относительной влажности внутреннего воздуха $\phi_{в}$. При достижении верхнего уровня относительной влажности, рекомендуемого для холодного периода года ($\phi_{в} = 50 \%$), датчик контроля $\phi_{в}$ подаст команду на остановку насоса, подающего воду для орошения сотовых блоков. Влагосодержание приточного воздуха будет равно влагосодержанию смеси $d_{см}$, а нагрев смеси приточного воздуха в калорифере будет автоматически сокращен до требуемой температуры притока $t_n = 15 \text{ }^\circ\text{C}$. За 3...4 ч непрерывной работы кондиционера влажность воздуха в торговом зале понизится до минимального уровня $\phi_{в} = 30 \%$ и датчик контроля влажности включит насос орошения сотовых блоков, т. е. возобновится режим адиабатного увлажнения приточного воздуха. При этом приточный воздух будет снова нагреваться в калорифере до $t_{кл}$ в соответствии с построением на рис. 2 режима адиабатного увлажнения $t_n = t_n = 15 \text{ }^\circ\text{C}$. На рис. 3 представлена принципиальная схема кондиционеров торговых залов.

По периметру здания торгового центра под окнами установлены стальные штампованные радиаторы высотой 300 мм с нижним подведением горячей воды. Теплопроизводительность радиаторов рас-

считана на поддержание температуры $t_n = 16 \text{ }^\circ\text{C}$ и регулируется датчиком контроля температуры наружного воздуха t_n . Система отопления здания торгового центра в холодный период года работает круглосуточно, а приточно-вытяжные агрегаты в ночное время останавливаются.

В ночные часы потребность здания торгового центра в электроэнергии снижается до 20–25 % от дневного уровня. Пропорционально уменьшается и выработка тепла в электротеплогенераторах, так как горячая вода с температурой $110 \text{ }^\circ\text{C}$ является побочным продуктом охлаждения газовых электротеплогенераторов и дымовых газов от них. В связи с этим ночью три электротеплогенератора отключают, а работает только один. Вырабатываемого им тепла хватает только для дежурного отопления здания торгового центра.

В здании торгового комплекса имеется компьютерный центр управления работой систем ВОК (вентиляции, отопления, кондиционирования) и контроля параметров внутреннего и наружного воздуха.

В целях сокращения расхода теплоты в системах вентиляции складских помещений применена центральная вытяжная система, объединяющая вытяжку из складов, вспомогательных помещений, офисов.

Офисные помещения обслуживает центральная приточно-прямоточная система, в которой готовится санитарная норма наружного воздуха. Для обеспечения необходимым количеством теплоты всех систем ВОК здания в приточных агрегатах каждой из зон обслуживания размещены теплообменники установки утилизации с промежуточным теплоносителем — антифризом. Циркуляция антифриза осуществляется сдвоенным насосом. Одна часть насоса работает, а вторая остается в резерве. Применение сдвоенных насосов повышает надежность и упрощает монтажные работы.

Для круглогодичного отведения теплоизбытков в офисных помещениях применены местные вентиляторные воздухоохладители (fan-coil). Летом источником холода служит холодная вода, поступающая от абсорбционных машин, в которых для выработки холода используется теплота горячей воды при температуре $70...110 \text{ }^\circ\text{C}$, получаемая как побочный продукт при выработке электроэнергии в газовых электротеплогенераторах. Подробное описание схемы и энергетических преимуществ выработки холода от сбросного тепла изложено в работе [3].

В холодный период года абсорбционные холодильные машины не работают, а

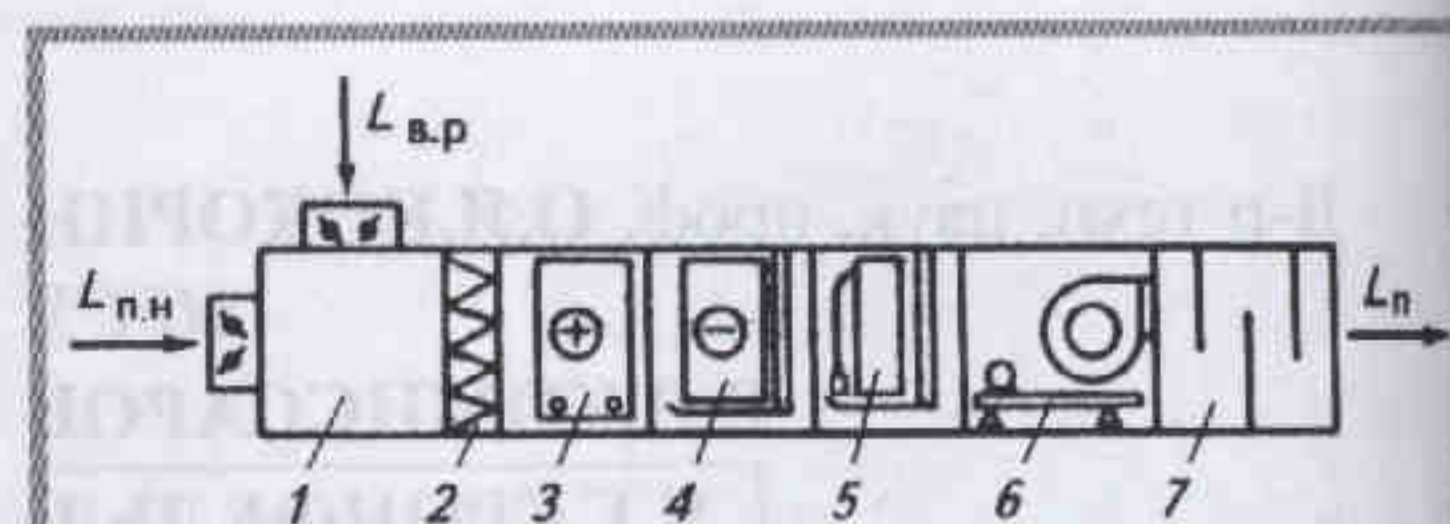


Рис. 3. Принципиальная схема приточного агрегата в СКВ торговых залов: 1 — блок смешения приточного наружного $L_{н.н.}$ и внутреннего рециркуляционного $L_{в.в.}$ воздуха; 2 — воздушный фильтр; 3 — калорифер; 4 — воздухоохладитель с поддоном и сепаратором; 5 — блок адиабатного увлажнения в орошаемых сотовых насадках; 6 — вентиляторный блок; 7 — шумоглушитель

теплота от электротеплогенераторов используется для отопления здания и нагрева приточного воздуха в СКВ.

В схему трубопроводов холодоснабжения вентиляторных воздухоохладителей на подающих и обратных трубопроводах параллельно смонтированы два пластинчатых теплообменника жидкость-жидкость.

В теплый период года через один из них циркулирует холодная вода с перепадом температур $\Delta t_x = 7...12 \text{ }^\circ\text{C}$, которая охлаждает воду от 15 до $10 \text{ }^\circ\text{C}$ в контуре вентиляторных воздухоохладителей в офисных помещениях. Охлаждающая способность теплообменника 400 кВт .

В холодный период года вентили у летнего пластинчатого теплообменника закрывают и открывают вентили для циркуляции через второй пластинчатый теплообменник антифриза от установки утилизации с перепадом его температур от 9 до $14 \text{ }^\circ\text{C}$. По другую сторону стенок каналов пластинчатого теплообменника проходит охлаждаемая вода контура циркуляции через воздухоохладители офисных помещений. Перепад температур охлаждаемой воды от 16 до $11 \text{ }^\circ\text{C}$.

Схема с двумя пластинчатыми теплообменниками позволяет утилизировать теплоту тепловыделений и получать холод для помещений, где круглый год имеются теплоизбытки. В холодный период года использование холода наружного воздуха позволяет экономить теплоту для нагрева приточного воздуха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.04.05–91*. —М.: ГУП ЦПП, 1998.
2. Кокорин О.Я. Энергосберегающая технология функционирования систем вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха (систем ВОК). —М.: Проспект, 1999.
3. Кокорин О.Я., Кронфельд Я.Г., Левин И.Е. Применение абсорбционных машин в СКВ // Холодильная техника 2001. № 7.